

⑫ 公開特許公報 (A) 平2-195284

⑬ Int. Cl. 5

G 01 R 33/06
G 01 D 5/18
5/245

識別記号

庁内整理番号

R 6860-2G
L 7015-2F
R 7015-2F※

⑭ 公開 平成2年(1990)8月1日

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全6頁)

⑮ 発明の名称 磁気センサ

⑯ 特願 平1-15914

⑯ 出願 平1(1989)1月25日

⑰ 発明者 飛世 正博 埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地 日立金属株式会社磁性材料研究所内

⑰ 発明者 村田 英夫 埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地 日立金属株式会社磁性材料研究所内

⑰ 発明者 川田 常宏 埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地 日立金属株式会社磁性材料研究所内

⑰ 発明者 古城 勝彦 埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地 日立金属株式会社磁性材料研究所内

⑯ 出願人 日立金属株式会社

⑯ 代理人 弁理士 森田 寛

最終頁に続く

明細書

メンタル相の磁極配列方向とが直交するように形成した請求項⑮若しくは⑯記載の磁気センサ。

⑯ 磁界印加部材を回転ドラムによって形成すると共に、この回転ドラムの外周面の円周方向にインクリメンタル相を構成するNS磁極を交互に設けた請求項⑮ないし⑯何れかに記載の磁気センサ。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は磁界中における電気抵抗が変化する所謂磁気抵抗効果を利用して電気信号に変換し、位置検出、速度検出等を行う磁気センサに関するものであり、特に検知部材に発生する応力によっても電気信号出力が変化することのない信頼性の高い磁気センサに関するものである。

(従来の技術)

従来の磁気センサは、例えば第2図に要部斜視図として示すように構成されている。すなわち第

1. 発明の名称

磁気センサ

2. 特許請求の範囲

(1) 表面にNS磁極を設けてなる磁界印加部材と、基板上に磁気抵抗効果機能を有する感磁素子を直接若しくは絶縁部材を介して固着してなる検知部材と、前記磁界印加部材の磁界が作用する範囲内に相対移動自在に設けると共に、前記感磁素子をN 181.0~81.8重量%、残部Feおよび不可避的不純物からなる薄膜によって形成したことを特徴とする磁気センサ。

(2) 磁界印加部材の裏面にアブソリュート相とインクリメンタル相とを形成した請求項(1)記載の磁気センサ。

(3) 感磁素子との相対移動方向にNS磁極を交互に設けた請求項(1)若しくは(2)記載の磁気センサ。

(4) アブソリュート相の磁極配列方向とインクリ

2図において1は回転ドラムであり、回転軸2の回りに回転自在に形成すると共に、回転ドラム1の外周表面に例えばT鉄等の磁性塗膜を固着して、円周方向に等間隔にNS磁極が出現するように着磁してインクリメンタル相1aを形成する。なお回転ドラム1の外周表面には前記インクリメンタル相1aとは別に例えば1対のNS磁極を設けてアブソリュート相1bを形成する。なおアブソリュート相1bを形成するNS磁極は、回転軸2と平行に設け、前記インクリメンタル相1aを形成する磁極の方向と直交するように配設する。次に3は検知部材であり、例えばガラス基板4上にニッケル鉄合金のような磁気抵抗効果機能を有する強磁性材料の薄膜からなる感磁素子5a、5bを、これらの長手方向が各々前記インクリメンタル相1aおよびアブソリュート相1bを形成するNS磁極の方向と直交するように設け、前記回転ドラム1の外表面と対向させ、かつ各々前記インクリメンタル相1aおよびアブソリュート相1bを構成するNS磁極による磁界が作用する範囲内に所

定の間隔を介して配設する。6a、6bは各々リード線であり、前記感磁素子5a、5bと電気的に接続し、感磁素子5a、5bからの電気信号を検知回路(図示せず)に入力可能に形成する。

以上の構成により、回転ドラム1を回転させれば、インクリメンタル相1aおよびアブソリュート相1bを構成するNS磁極からの磁界が各々感磁素子5a、5bに作用する。そして回転ドラム1の回転により前記感磁素子5a、5bに作用する磁界が刻々変化する結果、電気抵抗値の変化により例えば電圧変化という電気信号を得ることができ、位置検出および回転速度を検出することができる。

〔発明が解決しようとする課題〕

上記構成の磁気センサにおいて、検知部材3を例えばアルミニウム合金からなる支持部材(図示せず)上に固定して実装状態とした場合に、感磁素子5bからの出力が低下するという現象を惹起することがある。近年の磁気センサの仕様に対す

る要求は益々厳しくなり、上記のような電気信号出力が低下することのない、高信頼性の磁気センサの出現が望まれている。

上記出力低下現象を詳細に調査した結果、検知部材3を支持部材から取外した場合に出力が回復することから、接着時に発生する応力に起因するものであると認められる。すなわち検知部材3は前述のようにガラス基板4上に感磁素子5a、5bを形成する例えばニッケル鉄合金からなる薄膜を蒸着した後、配線部であるクロム膜およびアルミ膜と、絶縁部および保護部であるSiO₂膜およびポリイミド系有機物膜を積層して形成される。従ってこれらの膜形成時における熱応力が残留すると共に、更に支持部材上に接着する際にも外力に起因する応力が蓄積されるため、感磁素子5a、5bに応力が印加され、抵抗変化率その他の特性が変化するものと認められる。

第3図(a) (b)は各々第2図における検知部材3を変形させた状態を示す説明図、第4図(a) (b)は各々第3図(a) (b)に対応す

る磁気抵抗変化曲線を示す図である。まず第3図(a) (b)に示すように検知部材3の感磁素子5b側を凹または凸に変形させると、感磁素子5bの長手方向に各々圧縮応力または引張応力が作用する。この結果第4図(a) (b)に示すように磁気抵抗変化曲線が変化する。両図において縦軸は抵抗変化率△R/Rを、横軸は印加磁界Hを示しており、曲線a、b、cは夫々応力が0、30MPa、50MPaの場合の磁気抵抗変化曲線を示す。まず第4図(a)において、第3図(a)に示すように感磁素子5bに圧縮応力が作用すると、磁気抵抗変化曲線は無応力の場合における曲線aから曲線b、cのように変化し、同一の抵抗変化率を得るために必要な磁界の値が大となり、所謂感度の低下が認められるが、抵抗変化率の最大値の低下は認められない。これに対して第4図(b)においては、第3図(b)に示すように感磁素子5bに引張応力が作用する場合であり、無応力状態の曲線aに対して30MPaの応力が作用した場合の曲線bは、同一の抵抗変化率を得る

ために必要な磁界の値が一旦は小になる。しかし 50 MPa の応力が作用すると、曲線 c のように抵抗変化率が減少し、前記感磁素子 5 b の出力低下となって現れる。このようなことから、前記した感磁素子 5 b の出力低下は、第 2 図に示す検知部材 3 を支持部材（図示せず）に接着によって実装組立する際における感磁素子 5 b に対する引張応力が原因であると認められるのである。

一般に磁気抵抗効果機能を有する材料には、応力によって磁気異方性が誘導されることが知られているが、この場合の応力誘起異方性定数 K は次式で表される。

$$K = \frac{3}{2} \lambda \cdot \sigma$$

但し、 λ : 鹽和磁歪

σ : 応力

すなわち鹽和磁歪 λ と応力 σ の積 $\lambda \cdot \sigma$ の符号によって応力誘起異方性の方向が変化し、正の場合は応力方向と平行方向、負の場合は応力方向と直角方向を磁化容易軸とする磁気異方性が生じ

る。従って前記感磁素子 5 b の長手方向に作用する引張応力 ($\sigma > 0$) に対して磁歪 λ が正の場合には感磁素子 5 b の長手方向に、一方磁歪 λ が負の場合には感磁素子 5 b の幅方向に応力誘起異方性が生じることになる。

応力誘起異方性が感磁素子 5 b の長手方向に生じた場合には、長手方向に磁気異方性が付加されるため、幅方向には一層磁化されにくくなる。すなわち同一の抵抗変化率を得るために要する磁界の値が大となる結果、第 4 図 (a) における曲線 b, c のように磁気抵抗変化曲線が変化することが説明できる。一方幅方向に応力誘起異方性が生じた場合には、発生した応力誘起異方性が感磁素子 5 b の有する形状異方性より小であるときは、第 4 図 (b) における曲線 b に示すように、無応力の場合の曲線 a よりも同一の抵抗変化率を得るために磁界の値が減少する。しかし応力の値が更に大となり、前記応力誘起異方性が形状異方性より大になると、磁化容易方向は幅方向になり、曲線 c で示すように抵抗変化率が急激に低下するも

のと考えられる。

次に従来の感磁素子を構成するニッケル鉄合金においては、抵抗変化率の値を大にするため、ニッケル含有率を高い値に設定していた（例えば 83.0 重量% 前記）。しかしながら、このような合金によって形成した感磁素子の磁歪は負であるため、前記のように実装組立した場合において感磁素子に引張応力が作用すると出力低下という現象を惹起することになる。

また第 2 図において感磁素子 5 a, 5 b をガラス基板 4 上に薄膜によって形成する場合に、境界印加方向を感磁素子 5 a の長手方向に合わせてあるため、感磁素子 5 a と 90° の長手方向を有する感磁素子 5 b には、幅方向に誘導磁気異方性が付与されてしまう。従って感磁素子 5 b においては、前記応力誘起異方性の付加により、本来固有の形状異方性より容易に幅方向の異方性が大となり、前記のように出力低下を惹起するという問題点がある。

本発明は上記従来技術に存在する問題点を解決

し、検知部材に応力が発生した場合においても電気信号出力を低下することのない信頼性の高い磁気センサを提供することを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的を達成するため、本発明においては、表面に N S 磁極を設けてなる境界印加部材と、基板上に磁気抵抗効果機能を有する感磁素子を直接若しくは絶縁部材を介して固着してなる検知部材とを、前記境界印加部材の磁界が作用する範囲内に相対移動自在に設けると共に、前記感磁素子を N 181.0~81.8 重量%、残部 Fe および不可避的不純物からなる薄膜によって形成する、という技術的手段を採用した。

本発明において、Ni 含有量が 81.8 重量% を超えると磁歪が負となり、感磁素子の長手方向に引張応力が作用した場合に磁化容易軸が幅方向となり、出力低下を招来するため不都合である。一方 81.0 重量% 未満においては、磁歪は正の範囲であるため前記のような理由による出力低下は発生し

ないが、抵抗変化率自体が減少するため感磁素子の出力低下となるため好ましくない。

本発明は同一検知部材にアブソリュート相およびインクリメンタル相に対応する感磁素子を併設した場合に有効であり、特にアブソリュート相の磁極配列方向とインクリメンタル相の磁極配列方向とが直交するような磁気センサである場合に有効である。

(作用)

上記の構成により、検知部材を形成する感磁素子の磁歪を常に正とすることができますため、仮りに感磁素子の長手方向に引張応力が作用した場合においても、応力誘起異方性定数 K の値を正とすることができ、応力方向と平行方向を磁化容易軸とする磁気異方性を維持するのである。

(実施例)

まず基板として $100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 0.7\text{mm}$ のコーニング7059ガラスを使用し、このガラス基板上に

ニッケル鉄合金からなる薄膜（膜厚 $380 \pm 50\text{Å}$ ）を、抵抗加熱式真空蒸着装置（東京真空製 EV-M-580型）により、基板温度を 230°C とし、薄膜の長手方向に磁界を印加した状態で蒸着した。磁界はアルニコ磁石（日立金属製 YCM-8C）によって発生させ、基板中心部において約 20Oe に保持した。蒸着用のつぼには、アルミナコートしたコニカルバスケット（東京カソード研究所製 CBS-I型）を使用した。次にこの薄膜上にRFスパッタによりCr膜およびAl膜を各々 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ および $0.3\text{ }\mu\text{m}$ に形成した。更にこれらの膜上に、RFスパッタおよびスピンドルコートにより各々 SiO_2 膜および P_1Q （ポリイミド系有機物）膜を $2\text{ }\mu\text{m}$ 積層して検知部材とした。次に幅 $30\text{ }\mu\text{m}$ 長さ $2800\text{ }\mu\text{m}$ に加工した感磁素子の膜厚を触針式段差計（Sloan 製 Dektak II A）を使用して測定し、その後4端子法により抵抗値を求め、磁界を $\pm 50\text{Oe}$ 印加した際の抵抗の変化であるMR特性（磁気抵抗効果特性）を測定し、MR曲線（磁気抵抗変化曲線、例えば第4図）と

して要した。このようなMR曲線を応力負荷時ににおいても求め、異方性磁界の変化から磁歪を求めた。

第1図は磁歪と薄膜組成（Ni重量%）との関係を示す図である。第1図から明らかなように、Ni 81.8重量%において磁歪が0となり、Ni重量がこれより小であれば磁歪は正となり、Ni重量がこれより大であれば磁歪は負となる。このような薄膜により、例えば第2図に示すような感磁素子5a, 5bを形成した場合に、一般に 50 MPa の応力印加時において出力低下が起こらないこと（特にアブソリュート相1bに対応する感磁素子5bに）が要求されている。このような要求を満足する磁歪は $\pm 2 \times 10^{-6}$ 以内であるため、磁歪がこの範囲の値を示すように薄膜組成を制御すればよい。この組成範囲は第1図から Ni 81.0~82.7重量%である。一方前記のように磁歪は正の方が望ましいことが明らかであるため、磁歪が正である Ni 81.0~81.8重量%が好ましい。本実施例においては蒸着源として Ni 82.3重量%の合金

を使用したが、ロット間の変動も含めて薄膜の組成を上記の範囲にコントロールすることは充分に可能である。なお従来の感磁素子における薄膜組成は Ni 82.6~83.4重量%であり、第1図から明らかのように磁歪が $-2 \sim -3.8 \times 10^{-6}$ の範囲にあり、応力の作用により前記のような出力低下を招来する結果となっている。

本実施例においては、検知部材に設けた感磁素子を各々長手方向が直交するように設け、アブソリュート相に対応する感磁素子の例について記述したが、本発明はこれに限定されず、他の膜様の磁気センサにも当然に適用可能である。すなわち例えばインクリメンタル相とアブソリュート相における磁極配列方向が同一であり、各々の相に対応する感磁素子の長手方向が非直交若しくは平行であってもよい。また磁界印加部材として回転ドラムの外周面にNS磁極を設けた例のものを示したが、例えばベルト状のものでもよく、要するに磁界印加部材と検知部材とを相対移動自在に配設したものである限り作用は同様である。なお検知

部材を構成する感磁素子の形成手段としては、蒸着法に限定されず、スパッタ法、イオンプレーティング法、気相成長法、メッキ法等の他の公知の手段を使用できる。

〔発明の効果〕

本発明は以上記述のような構成および作用であるから、下記の効果を期待できる。

- (1) 感磁素子の抵抗変化率が応力の作用にも拘らず印加磁界 500 Oeにおいて 2.5%以上の値を確保し、出力を高レベルに保持できる。
- (2) 出力を高レベルに確保できると共に、異方性磁界が 150 Oe以下であり、感度が極めて高いと共に、信頼性を大幅に向上することができる。
- (3) 磁歪定数が $0 \sim 2 \times 10^{-6}$ 以下であるため、耐応力性が極めて高い。

4. 図面の簡単な説明

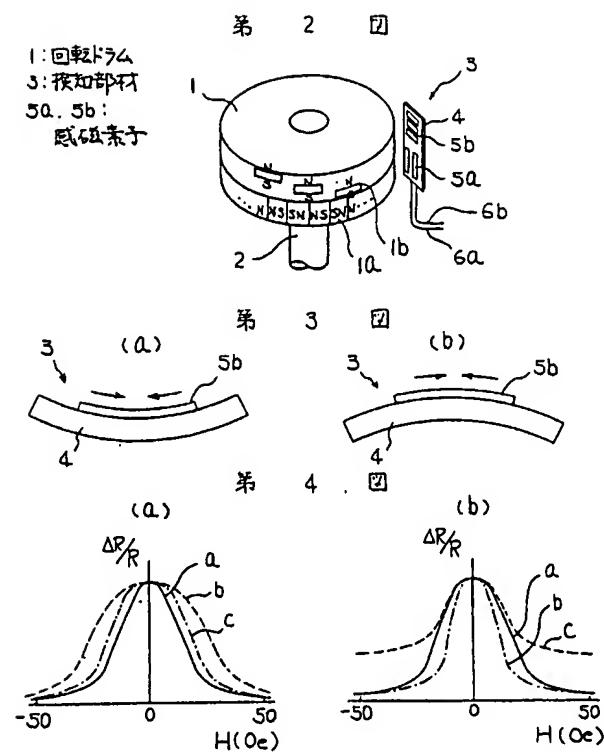
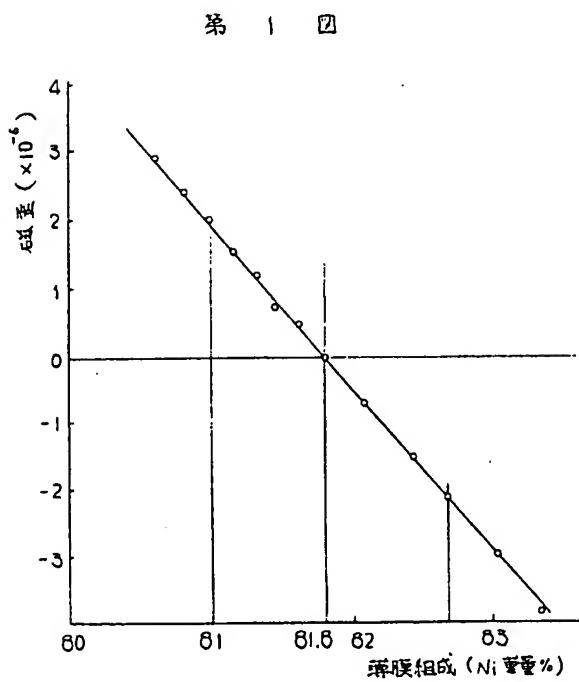
第1図は本発明の実施例における磁歪と薄膜組成 (Ni重量%)との関係を示す図、第2図は本

発明の対象である磁気センサの例を示す要部斜視図、第3図 (a) (b) は各々第2図における検知部材を変形させた状態を示す説明図、第4図 (a) (b) は各々第3図 (a) (b) に対応する磁気抵抗変化曲線を示す図である。

1: 回転ドラム、3: 検知部材、5a, 5b: 感磁素子。

特許出願人 日立金属株式会社

代理人 弁理士 森田 寛



第1頁の続き

⑤Int. Cl. 5

G 01 D 5/249
H 01 L 43/08

識別記号

府内整理番号

P 7015-2F
Z 7342-5F